

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-301196

(43)Date of publication of application : 16.11.1993

(51)Int.Cl.

B25J 19/06

B25J 9/16

B25J 13/00

G05B 13/02

G05B 17/02

G05D 3/12

(21)Application number : 04-109430

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 28.04.1992

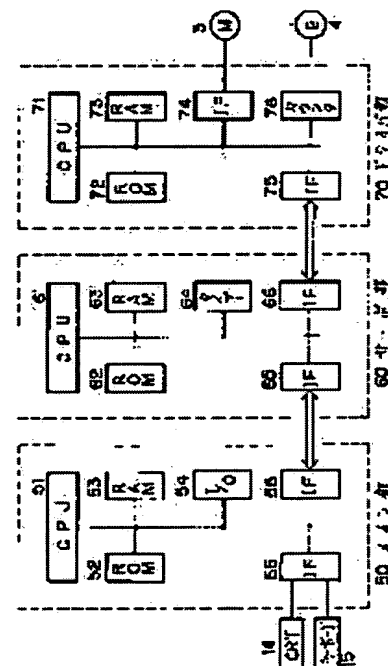
(72)Inventor : KUBOTA TOMOYUKI

(54) ROBOT CONTROL SYSTEM PARAMETER REGULATING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent a robot from entering a dangerous operation in an automatic regulation by finding beforehand a scope the robot can enter a dangerous operation condition when the robot operates actually, and setting the scope of parameters to be regulated in the scope other than the dangerous scope.

CONSTITUTION: A controller is composed of a main member 50, a servo member 60, and a driver member 70. A CRT 14 and a keyboard 15 are connected to the main member 50. A motor 3 and an encoder 4 are connected to the driver member 70. Furthermore, the interfaces 56 and 65 of the main member 50 and the servo member 60 are the common memory, and the interfaces 66 and 75 of the servo member 60 and the driver member 70 are composed of a two port RAM respectively. In this case, since the scope of parameter to generate an abnormal hunting or an oscillation condition is found by changing the parameter without moving the robot, the operation condition of the robot is evaluated and decided by the parameter.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application]

converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 5 J 19/06				
G 0 5 B 13/02		B 9131-3H		
17/02		7740-3H		

審査請求 未請求 請求項の数7(全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平4-109430

(22) 出願日 平成4年(1992)4月28日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 久保田 智之

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 若林 忠

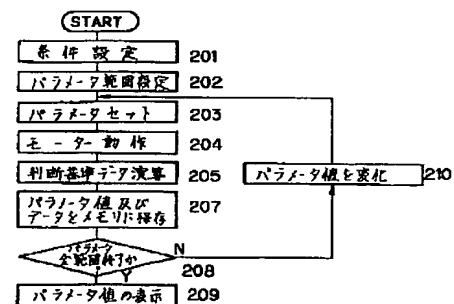
(54) 【発明の名称】 ロボット制御系パラメータ調整装置

(57) 【要約】

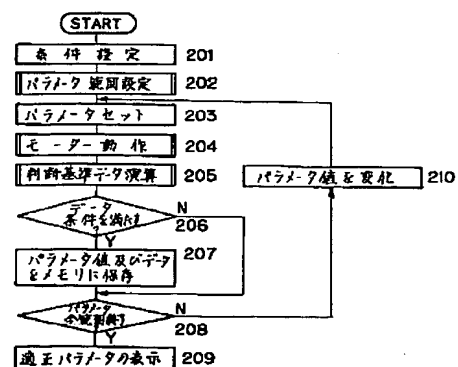
【目的】 NCサーボモータにより駆動させるロボットの制御系のパラメータを適正なものにする必要がある。このパラメータを適正なものを選びだすためにはそのパラメータを制御系にセットして実際に駆動させてそのときの目標値への到達時間、オーバーシュート量、整定時間、定常偏差などの量を測定するのが实际的であるが、パラメータの値によっては発振状態となるものがあるので、その実際の駆動の際に危険となることがあった。本発明はこの危険となるパラメータの範囲を見出しておくことにより、その実際の駆動において安全性を確保することを目的とする。

【構成】 発振状態となる制御系のパラメータが与えられれば微小の動き又は移動指令が零であっても、そのような状態になるのは見出せるので、まず、ロボットを動かすことなく又はロボットの実際の動きほど大きく動かすことなくパラメータを変化させてロボットが危険となるパラメータの範囲を見出しておく。

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 外部より、ロボット制御系のパラメータの設定可能な制御装置をNCサーボモータにより駆動するロボットに接続し、前記ロボットが入力された目標位置に移動する動作を制御する制御装置が所定のパラメータ値に調整されるロボット制御系のパラメータ調整装置において、異常ハンチング又は発振状態となるパラメータの領域を、ロボットを動かすことなく又はロボットの実際の動き程大きく動かすことなくパラメータを変化させて、見つけるための手段として、与えられたパラメータにおいてロボットの動作状態を評価判断する手段を設け、パラメータ値の調整におけるロボットが危険となる状態をあらかじめ避けることを可能としたことを特徴としたロボット制御系のパラメータ調整装置。

【請求項2】 請求項1のロボット制御系のパラメータ調整装置において見出されたロボットが危険となる状態のパラメータ値を避けたパラメータ値を次々制御装置に設定する手段を有し、その設定されたパラメータ値を有する制御装置により実際のロボット動作を制御させて、そのときの目標位置への到達時間、オーバーシュート量、整定時間、整定精度等を次々記録する手段を有することを特徴とするロボット制御系のパラメータ値を調整するためのデータ記録装置。

【請求項3】 請求項2における実際のロボットの動作はその設定された同じパラメータ値を有する制御装置で複数回行うようにしてその各回における目標位置への到達時間、オーバーシュート量、整定時間、整定精度等の平均値を記録する手段を有することを特徴とするロボット制御系のパラメータ値を調整するためのデータ記録装置。

【請求項4】 請求項2又は3により記録されたデータを必要により表示することのできる表示手段を有したことを特徴とするロボット制御系のパラメータ値を調整するための記録データ表示装置。

【請求項5】 請求項1のロボット制御系のパラメータ調整装置において見出されたロボットが危険となる状態のパラメータ値を避けたパラメータ値を次々制御装置に設定する手段を有し、その設定されたパラメータ値を有する制御装置により実際のロボットを動作させる際に、スピード・移動量等の動作に関する条件を付して行わせ、その結果である制御対象の動きについて適正又は不適正を区別する判断基準を設定する手段を設けて、不適正と判断できたときは、そのときに次の設定すべきパラメータ値を制御装置に設定できるように構成したことを特徴とするロボット制御系のパラメータ自動調整装置。

【請求項6】 請求項5の判断基準は目標位置への到達時間、オーバーシュート量、整定時間、整定精度の定められた値の一つ以上でこのすべてを含む組合せに基づいて定める手段を設けたことを特徴とするロボット制御系のパラメータ自動調整装置。

【請求項7】 請求項6の目標位置への到達時間、オーバーシュート量、整定時間、整定精度の定められるべき値、及びこれらの組合せは作業者が任意に設定できるための手段を設けたことを特徴とするロボット制御系のパラメータ自動調整装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、NCサーボモータにより駆動するロボットにおいて、目標値に移動するロボットアームの動作を適正な動作状態となるように制御系のゲインを含めたパラメータの調整を行う、ロボット制御系パラメータの調整装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図4に示す様なNCサーボモータにより駆動させるロボットの動作を適正な動作状態が得られるようにするために、ロボット制御系のゲインを含めたパラメータの調整を行う必要がある。そのため、センサなどの測定器を用いてロボットの動作を観察しながらパラメータを変化させて適正な動作状態であるかどうかを人が判断して調整している。又、ロボットの周波数応答を測定することによりパラメータの値を定めるといった調整方法もあった。

【0003】さらに、自動調整手法に関するものとしては、上記の周波数応答を自動的に測定しその伝達関数を求めて、その結果により理論的に適正なゲインを定める手段（特開平2-253303号公報を参照）や、標準パラメータから順に実際の動作状態を見ながらオーバーシュートの有無や振動の有無によって適正か不適正か判別しながら定めて行く手段（特開平2-284831号公報を参照）などがあった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来例では、実際のロボットの動作をセンサなどの測定器で観察しながら、パラメータを変化させて、適正な動作状態であるかを、人によって判断していたことから、パラメータの調整に多くの手間と時間を費やし、さらには、人による判断があいまいでまた、作業者によるバラツキもあった。

【0005】工場導入後においても、ハンドが掴む負荷の大きさが変化しても、その都度、パラメータ調整を行うことが困難であった。

【0006】周波数応答による調整も、理論的な値と実際の値つまり実際にロボットを働かせた動作状態とは必ずしも一致するとは限らず、具合の悪い場合があった。そして、この周波数応答を自動的に測定し理論的に適正な値を定めるためには、その自動化させるためのプログラムはかなり多くのメモリ容量を必要とする欠点もある。また、自動調整手法の後者においては、モータの種類や、負荷の大きさによってパラメータの適正値はかなり違ってくるため、標準パラメータなるものが定まる

ことはなく、又それを定めるにしても無理があった。そして、オーバーシュート量の有無で判断する場合も、場合によってはオーバーシュート量が大きくても、到達時間が速い方がよい場合などが実際にあり、振動の有無においても実際に振動しただけの場合はその判断を行う場合に危険になるなどの欠点があった。

【0007】そこで、本発明はロボットの実際の駆動において安全性を確保するとともに、ロボットの適正な動作範囲を迅速に設定可能とする装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明は、ロボット制御系のパラメータ調整装置において、すなわち、外部よりロボット制御系のパラメータの設定可能な制御装置をNCサーボモータにより駆動するロボットに接続し、このロボットが入力された目標位置に移動する動作を制御する制御装置が所定のパラメータ値に調整されるころのロボット制御系のパラメータ調整装置において、異常ハンチング又は発振状態となるパラメータの領域をロボットを動かすことなく又はロボットを実際の動き程大きく動かすことなく、パラメータを変化させて、見つけるための手段として、与えられたパラメータにおいてロボットの動作状態を内部装置により評価判断する手段を設けて、パラメータ値の調整においてロボットが危険となる状態を避けることを可能とした。そして、このロボットが危険となる状態を避けたパラメータの範囲内のパラメータの値を次々とロボットの制御装置に設定し、その設定されたパラメータ値を有する制御装置により実際にロボットの動作を制御させて、そのときの目標位置への到達時間、オーバーシュート量、整定時間、整定精度等を次々と記録できるようにする。そしてさらに、その実際のロボットを動作させる際に、スピード・移動量等の動作に関する必要な条件を付けて行わせるようにして、その結果である制御対象の動きについて適正と判断できるか不適正であると判断させるべきかの判断基準を目標位置への到達時間、オーバーシュート量、整定時間、整定精度等につき基準を設けて判断するようにして、もし不適正と判断されたときは直ちに、次のパラメータが制御装置に与えられるようにして調整にかかる時間を節約できるようにした。そして、もし適正であると判断されるときはそのときの各データを記録保存、そして必要に応じて表示可能とした。

【0009】

【作用】ロボットが異常ハンチング又は発振状態となり得るパラメータが制御装置に設定された場合は、何も実際と同じ程度動かすことなくごく僅か動かすだけで異常ハンチング又は発振状態の作用が現れるものであり、又サーボロックすなわち、制御対象を結果的には移動しないようにしても振動が発生することにより、その振動が発振していくかどうかを振動の小さいうちに見出すこと

ができるため、どのようなパラメータの値のときに危険となるかを、実際と同じ程度動かしてその動作状態を見る調査の前に、見出すことができる。本発明はこれを見出す手段を内部装置により行い得るようにする。

【0010】そのため、ロボットが危険となる状態を避けたパラメータの範囲内で、実際のロボットを動作させて各種データを記録したり、適切なパラメータを調整したりする際に、ロボットが危険な状態になることはない。そして、設定するパラメータの適否を判断を内部装置で自動的に行えるように適正なパラメータを自動的に定め更にこれを記録できる。

【0011】

【実施例】以下、本発明の実施例を説明する。

【0012】図4は、本発明の対象とするNCサーボモータによって駆動するロボットとその制御装置の構成の一例を示す図である。

【0013】図4において、4軸水平多関節型ロボット本体1は、第1軸アーム2、第2軸アーム5、ハンド8により構成される。第1軸アーム2は、第1軸モータ3により、不図示の減速機を介して駆動させる。第1軸モータ3には、第1軸エンコーダ4が備わっており、現在位置をコントローラ13にフィードバックする。同様に、第2軸アーム5、ハンド8のZ軸方向及びS軸方向は、第2軸モータ6、Z軸モータ9、S軸モータ11によって駆動され、それぞれエンコーダが備わっている。すなわち、7は第2軸エンコーダ、10はZ軸エンコーダ、12はS軸エンコーダである。ロボット1はコントローラ13に接続され、各軸のモータの制御を行う。コントローラ13にはCRT14、キーボード15が接続されている。

【0014】図2は、上記コントローラ13の内部構成図を示す。コントローラ13はメイン部50、サーボ部60、ドライバ部70から構成され、メイン部50のインターフェイス（IF）55にCRT14、キーボード15が接続されており、ドライバ部70のインターフェイス（IF）74のパルス巾変調（PWM）の可能なパワーアンプにモータ3が、またエンコーダ4からの現在位置がカウンタ76に接続されている。メイン部50とサーボ部60のインターフェイス（IF）56、65は共有メモリにより、また、サーボ部60とドライバ部70のインターフェイス（IF）66、75は2ポートRAMにより構成されている。

【0015】さらに、各部にはCPU51、61、71、ROM52、62、72、RAM53、63、73により構成され、メイン部50にはI/Oポート54が備わっている。

【0016】メイン部50においては、全体のシーケンス制御を行い、サーボ部60においては、モータ3の位置制御、ドライバ部70においては、速度及び電流制御を行っている。

5

【0017】例えば、ロボットの第1軸アーム2を現在の位置から、ある位置P(1)へ移動させる場合について説明する。図3に、コントローラ13(図4)内のPI制御系100をブロック図として示す。図2に示すメイン部50においてP(1)のポジションデータから、その位置へ移動しろという命令をインターフェイス56, 65を通してサーボ部60へ送られ、サーボ部60では、そのポジションデータに基づき図5の速度波形の理論値501となるような動きで移動させるようにサンプリング時間毎の位置偏差122(図6における)603:指令位置120(601)と現在位置121(602)との差を乗算器101にて位置ゲイン(Kp)倍して速度指令123をインターフェイス66, 75(図3)を通してドライバ部70に送る。ドライバ部70では、エンコーダ4の出力126を微分器109によって微分して得られる現在速度124と速度指令123から得られる速度偏差125を乗算器102にて速度ゲイン(Kv)倍し、一方、速度偏差125を積分器104にて積分した値127は乗算器105にて定数(Iv)倍して、これらを合わせて電流指令128とする。そして、電流検出器110からの現在の電流値129とからの電流偏差130を乗算器103にて電流ゲイン(Ki)倍し、一方、速度偏差と同様に電流偏差130を積分器106にて積分し、その出力131を乗算器107にて定数(Ii)倍して、これらを合わせたものをインタフェイス74のパワーアンプで増巾してからモータ3に出力するような構成となっている。そして、モータ3の動きをエンコーダ4でとり、カウンタ76で現在位置信号121として目標位置指令120と比較するとともに、前述したように微分器109で微分して速度指令123と比較している。

【0018】本発明においては、メイン部50において、ROM52にシステムプログラム、RAM53に書き換えが必要な条件設定プログラムを組み込み、キーボード15より種々の条件設定を行い、また、各パラメータ(図中Kp、Kv、Ki、Iv、Ii)をセットする。このすべてのパラメータ、則ちKp、Kv、ki、Iv、Iiのすべてを調整可能としてもよいが、例えばIv、Iiとを適当な定数としておけば各パラメータを調整するとき容易となる。

【0019】サーボ部60においては、位置偏差を算出し、ROM62に組み込まれた計測判断を行う自動調整プログラムによりその位置偏差から図6に示す到達時間(a)、オーバーシュート量(b)、整定時間(c)、定常偏差すなわち整定精度(d)をタイマー64を利用して計測し、記録可能とし、さらにメイン部50で設定された条件を満たしているかを判断する。その条件は例えば、移動5万パルス(500mm、角度で90°)でa=0.49sec、b=20パルス(0.2mm)、c=0.2sec、d=2パルスとすることができる。

6

【0020】なお、ドライバ部70におけるRAM72には、位置決め制御、速度制御、電流制御に関する各プログラム、RAM73にはロボット動作プログラム等が格納されている。

【0021】エンコーダ4からの信号は、ドライバ部70内のカウンタ76により現在位置を受け、インターフェイス75, 66を通してサーボ部60に送っている。図1(b)に本発明である自動調整手法のフローチャートを示す。

【0022】本パラメータ自動調整手法の手順を図1(b)を基に説明する。

【0023】まず、図4のロボットの4軸のうち第1軸について以下のような手順で行う。メイン部50においてキーボード15により自動調整プログラム内の条件設定を行う(201)。次に、サーボ部60内の自動調整プログラムを実行させることによりハンチング状態や共振状態となるパラメータ領域を見つけだし、各パラメータの範囲となる上限値、下限値を定め、設定する(202)。このステップ202ではパラメータをマトリクス状に振り、サーボLOCK状態又は極めて微小の移動指令を与えてパラメータを順次セットし、その時の整定状態をサーボ部60内で監視することにより、危険でない範囲を決定する。

【0024】パラメータの危険でない範囲内でマトリクス状に振り、順次セットしていく(203)。そこで、実際にモータ3を1回又は複数回動作させ(204)、サーボ部60内で判断基準データとなる前述の到着時間(a)、オーバーシュート量(b)、整定時間(c)、整定精度(d)の演算を1回の動作毎に行う(205)。その判断基準データをメモリ(RAM63)に保存し(207)、パラメータ全範囲終了後必要に応じて表示する(208, 210, 209)(図1(a))。又、この判断基準データがメイン部50において設定された条件を満たしているかをサーボ部60内で判断し(206)、条件を満たしていないときは直ちに、あるいは何回か繰り返すときなど次のパラメータ値をセットし、条件を満たす場合には、上記データ及びその時のパラメータの値をRAM63に保存し(207)、パラメータ範囲の全範囲を終了したかを見て(208)、終了した後、適正ゲインとして、RAM63に保存したデータをCRT14に表示させる(209)(図1(b))。ステップ208において全範囲を終了していない場合、パラメータ値を次の値にし(210)、繰り返しステップ203~208における処理を行う。(図1(a)(b))ここで、条件となるのは、「判断基準となるデータが、実際のロボットの動作において最低限必要とする値以下である」という条件を定め、つまりその条件をすべて満たすパラメータにおいては、ロボットが実際に動作するにあたって、特に問題はないということから適正ゲインであると言える。このようにして第1

軸の各パラメータを適正なゲインに調整することができる。

【0025】又、メインにおいて設定される条件は色々変化できるようにするとともに作業者が必要に応じて任意に設定できるようにする。

【0026】図4における他の軸、2軸、Z軸、S軸においても同様の手順で本自動調整手法により各パラメータである位置ゲイン、速度ゲイン、速度積分定数、電流ゲイン、電流積分定数の複数又はすべてを適正な値に調整することができる。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、調整を行うパラメータの範囲をロボットが実際に動作する際に危険な動作状態となり得る範囲を事前に見つけその領域を取り除いた範囲と定めることにより、自動調整中にロボットが危険な動作となることを防止でき、また、範囲を絞ることができるため、設定した条件及びパラメータ値の記録、そしてパラメータ値の自動調整にかかる時間も短縮できるという効果がある。

【0028】そして、ある動作条件、あるパラメータにおいて実際にロボットを目標位置に移動動作させ、その動作状態に適正ゲインであるとする任意に設定可能な判断基準を設けることにより、その動作条件におけるロボットの実際の動作が任意の基準を満たす動作をさせる適正なゲインに調整することができる。

【0029】また、パラメータを外部より自動的に設定可能でありロボットの動作状態を装置内部で計測・判断を行い、動作を複数回全て基準を満たすパラメータを適正ゲインとする自動調整装置により、外部測定器を用意することなく手軽に即調整を行なえ、ロボットの動作の安定性も含めた適正ゲインを短時間に自動で調整できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明であるパラメータを記録又は自動調整す

るための手法についてのフローチャート

(a) はパラメータの記録を主としたフローチャート

(b) はパラメータの自動調整を主としたフローチャート

【図2】ロボットコントローラの構成図

【図3】コントローラ内のPI制御系ブロック図

【図4】本発明の対象とするロボットとその制御装置の一例

【図5】ある目標位置までのロボットの移動速度を示す

10 図

【図6】適正なパラメータであることを判断する基準について示した図

【符号の説明】

1 4軸水平多関節ロボット本体

2 1軸アーム

3 1軸モータ

4 1軸エンコーダ

8 ハンド

13 コントローラ

20 14 CRT

15 キーボード

50 メイン部

60 サーボ部

70 ドライバ部

51、61、71 CPU

52、62、72 ROM

53、63、73 RAM

64 タイマー

30 55、56、65、66、74、75 インタフェイス

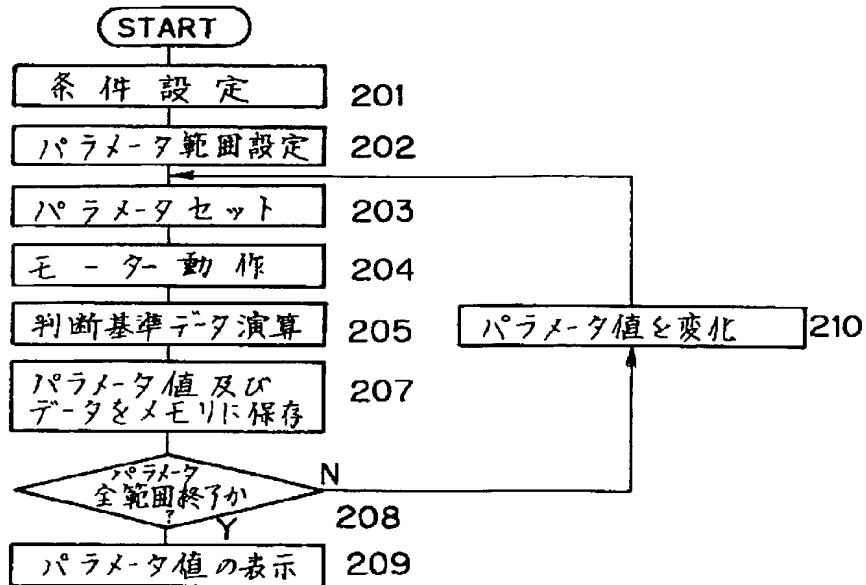
76 カウンタ

100 コントローラ内のPI制御系

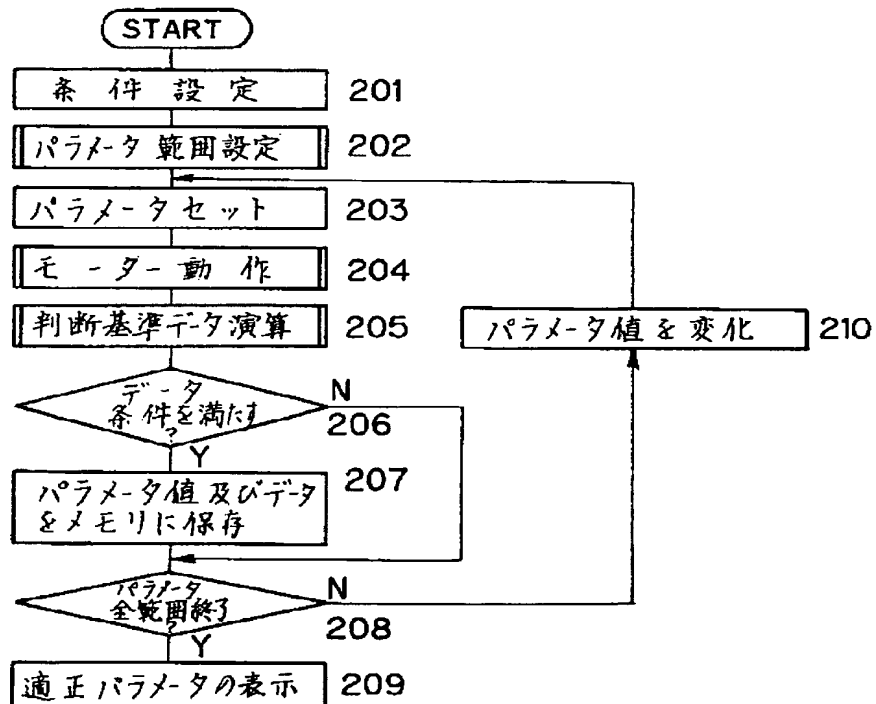
210~210 フローチャートの各ステップ

【図1】

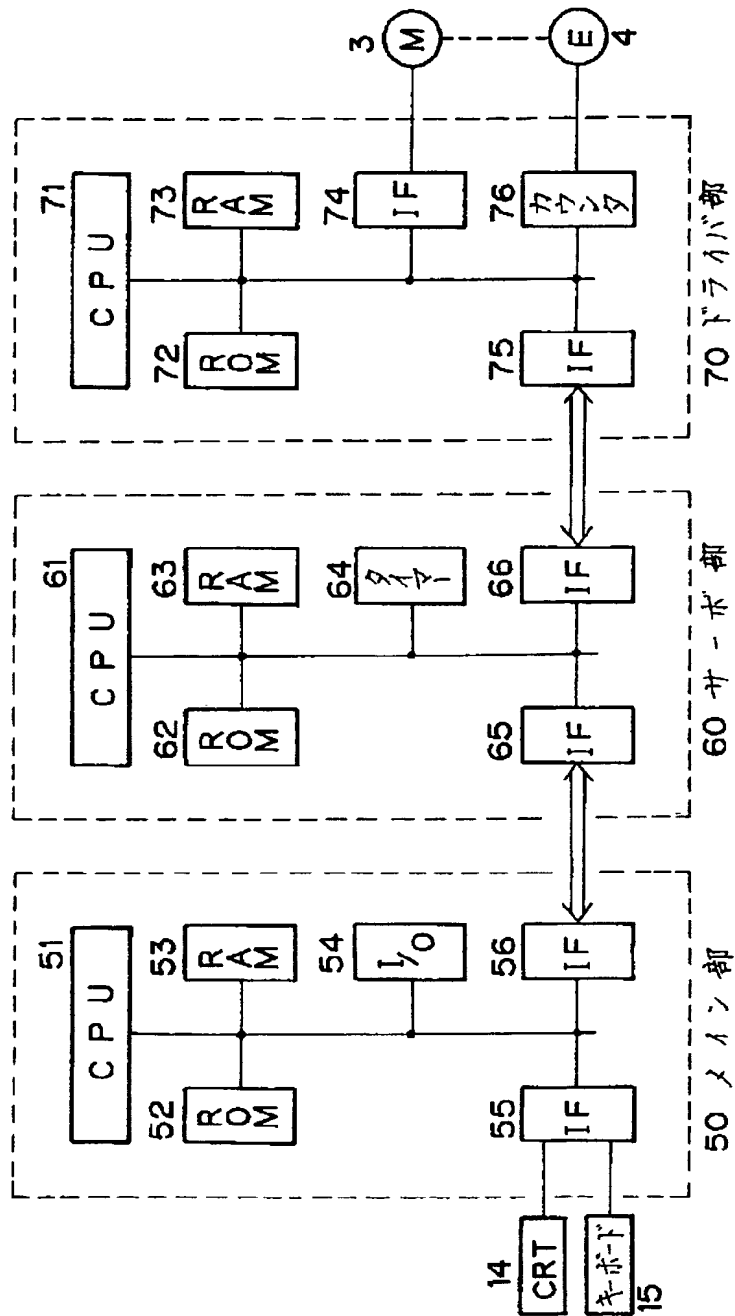
(a)



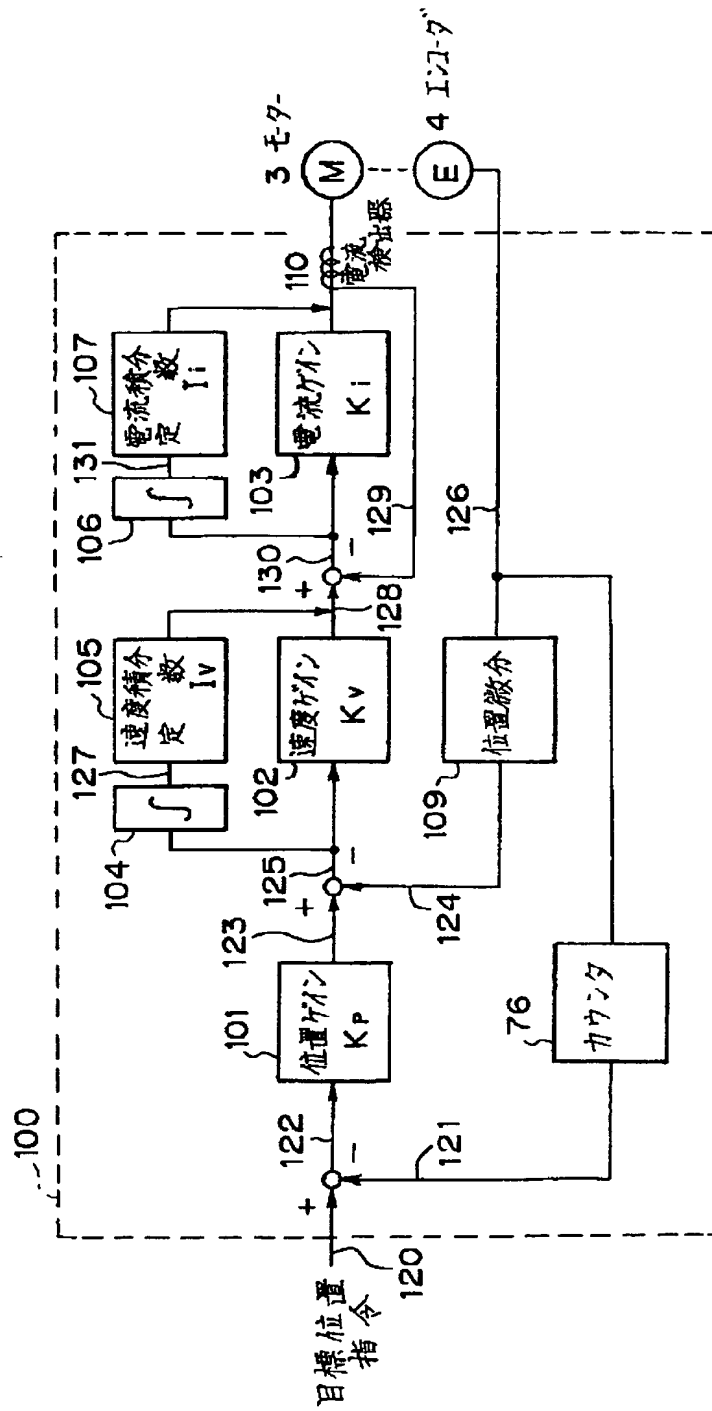
(b)



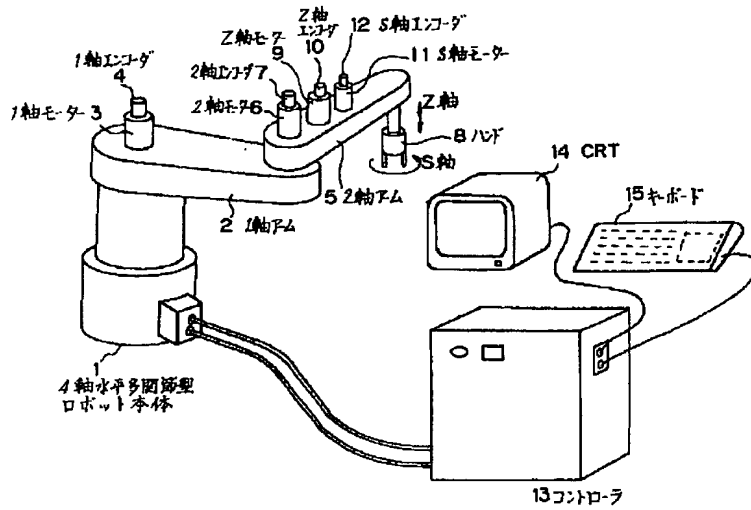
【図2】



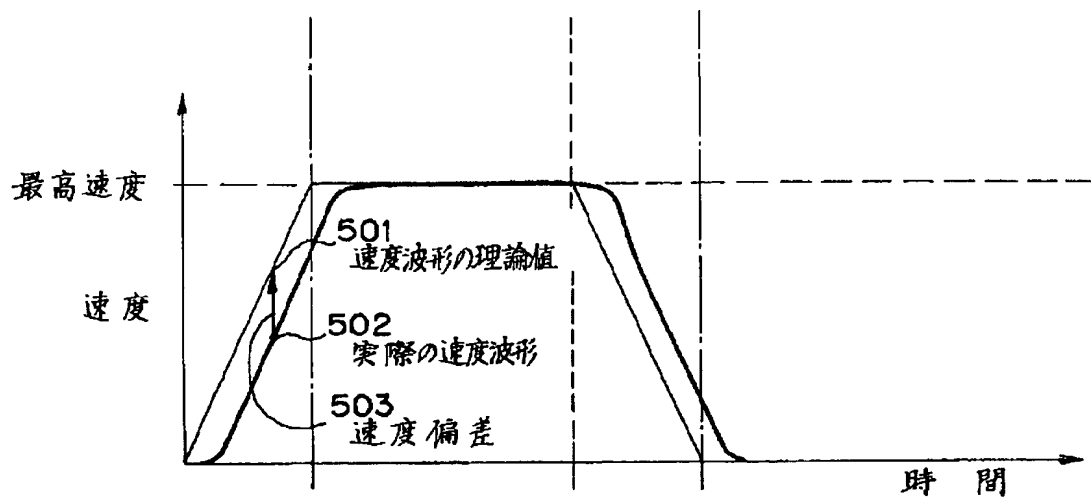
【図3】



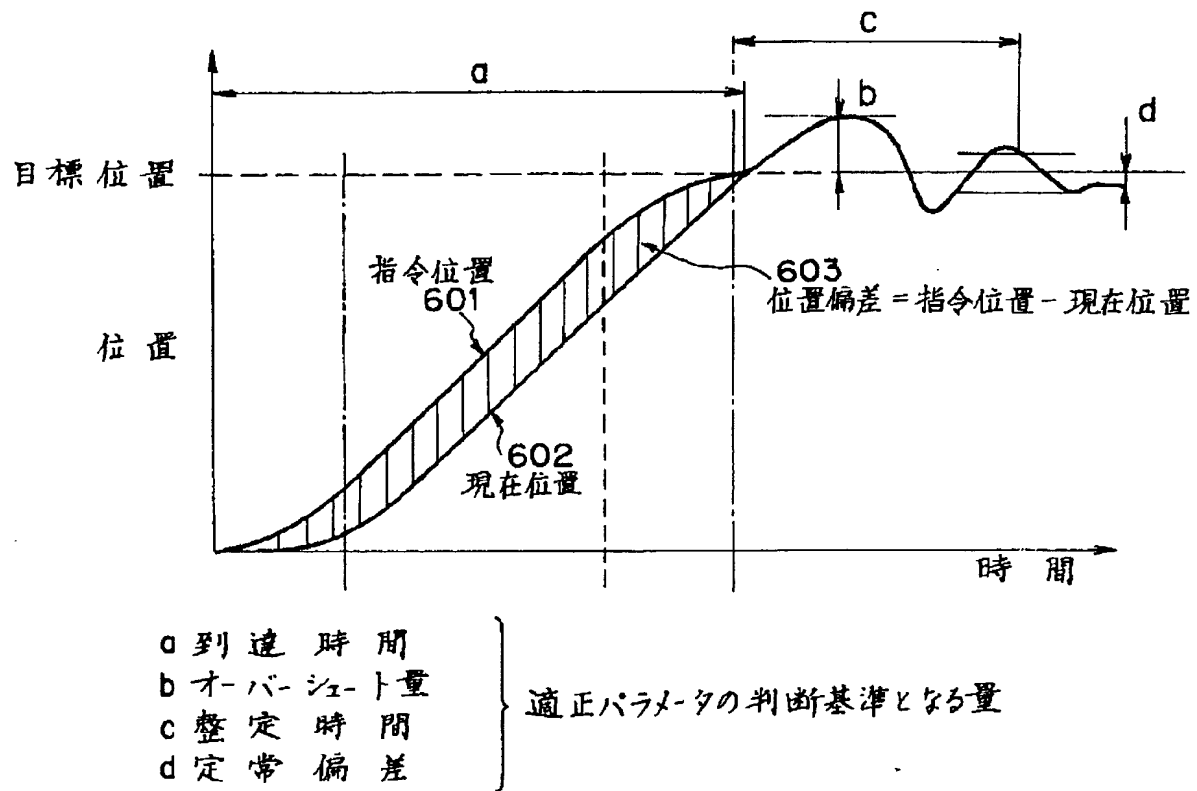
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁵

G 0 5 D 3/12

識別記号 庁内整理番号

3 0 5 V 9179-3H

F I

技術表示箇所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.